

раствора АК при добавке ее перед фильтром повышает качество фильтрата по сравнению с обычным раствором АК.

Выполненные исследования показали эффективность применения активированных растворов флокулянтов непосредственно перед фильтрующей загрузкой, что позволяет интенсифицировать работу скорых фильтров и повысить качество очистки воды.

1. Пат. України № 38471 А, МПК 6 C02F 1/48. Спосіб приготування розчину поліакриламідного флокулянту для очищення природних і стічних вод / Душкін С.С., Сорокіна К.Б., Благодарна Г.І. Заяв. 10.07.2000; Опубл. 15.05.2001.

2. Проспект. MAGNAFLOC LT (Магнафлок LT). - Hamburg: Allied Colloids GMB, 1998. - 7 с.

3. Душкін С.С., Благодарная Г.И. Интенсификация процесса фильтрования воды путем добавки активированного раствора полиакриламида перед фильтрами // XXX науч.-техн. конф. ХГАГХ. – Харьков, 2000. – С.28-29.

4. Душкін С.С., Сорокіна Е.Б., Благодарная Г.И. Водоснабжение и канализация: Уч. пособие. – Харьков: ХГАГХ, 2001. – 95 с.

Получено 27.05.2004

УДК 628.3

О.Г.ДОБРОВОЛЬСКАЯ, Н.А.УКРАИНЕЦ, канд. техн. наук,

В.И.СОКОЛЬНИК, канд. техн. наук

Запорожская государственная инженерная академия

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОН НЕДОСТАТОЧНОГО НАПОРА В ВОДОПРОВОДНЫХ СЕТЯХ

Предлагается методика определения зон недостаточного напора в водопроводных сетях, которая проверена для конкретных условий системы водоснабжения населенного пункта.

Известно, что величины зон недостаточного напора или зон низкого давления являются количественным критерием нехватки воды у потребителя. Такие зоны возникают как при изменении гидравлических характеристик трубопроводов, так и при застройке новых жилых районов зданиями повышенной этажности. Величины этих зон определяются не только самой сетью, но и характером рельефа местности, так как одной из составляющих пьезометрических напоров является отметка поверхности земли или фактический свободный напор в ее отдельных точках. При этом площадь зоны недостаточного напора можно определить по отношению:

$$Z = Z_{нов} + H_{мп} = const, \quad (1)$$

где $Z_{нов}$ – геодезическая отметка поверхности земли, м; $H_{мп}$ – требуемый свободный напор, м.

Работа выполнена в рамках государственной программы охраны окружающей среды – 4-е направление научно-исследовательских работ Министерства образования и науки Украины.

Анализ исследований [1, 2] позволяет определить условия образования зон недостаточного напора в кольцевой распределительной системе. Невыгодная точка для участка будет находиться в его конце (рис.1). Пусть Π_1, Π_2 – пьезометрические отметки в начале и в конце участка соответственно. Если участок обслуживает здания с одинаковой этажностью, то зона недостаточного напора не будет образовываться до тех пор, пока пьезометрическая линия $\Pi'_1 - \Pi'_2$ не пересечет горизонтальную линию, проходящей на высоте требуемой пьезометрической отметки в невыгодной точке Π'_2 . При этом в невыгодной точке будет соблюдаться условие:

$$H_{св.ф.2} \geq H_{св.тр.2}, \quad (2)$$

где $H_{св.ф.2}$, $H_{св.тр.2}$ – фактический свободный напор и требуемый свободный напор в невыгодной точке 2 соответственно, м.

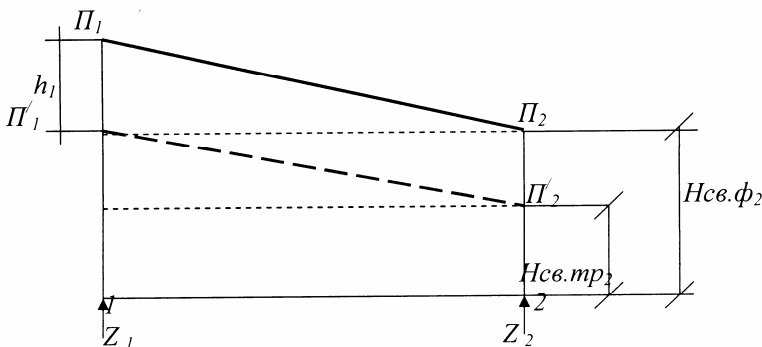


Рис.1 – Возможное предельное положение пьезометрической линии без образования зоны недостаточного напора

Установлено, что при нарушении условия (2) пьезометрическая линия $\Pi'_1 - \Pi'_2$ будет пересекать горизонтальную линию на высоте $\Pi'_2 = const$ в точке А (рис.2).

Проекция точки пересечения на магистраль разделит ее на два участка: в первом из участков будет поддерживаться напор не менее требуемого, а второй участок будет определять границу зоны недоста-

точного напора на этой магистрали. При этом длина последнего будет пропорциональна максимальной величине недостаточного напора в невыгодной точке $\Delta h_2'$:

$$\begin{aligned}\Delta h_2' &= \Pi_2' - \Pi_2'' = H_{св.тр.2} + Z_2 - H_{св.ф.2}' - Z_2 = \\ &= H_{св.тр.2} - H_{св.ф.2}',\end{aligned}\quad (3)$$

где $H_{св.ф.2}'$ – фактический свободный напор в невыгодной точке при снижении напора ниже требуемого, м.

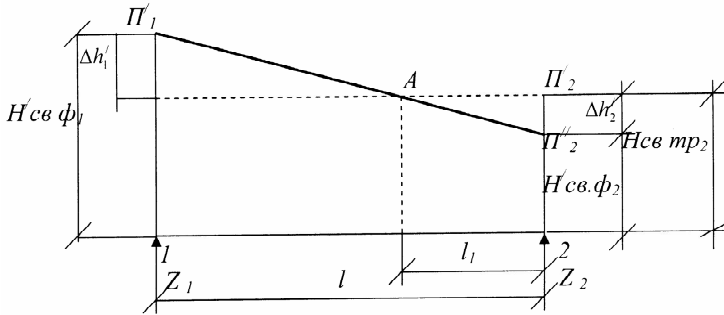


Рис.2 – Возможное предельное положение пьезометрической линии с образованием зоны недостаточного напора

Из рис.2 можно записать соотношение:

$$\frac{l_i}{l} = \frac{\Delta h_2'}{\Pi_1' - \Pi_2''} = \frac{\Delta h_2'}{\Delta h_1' + \Delta h_2'}, \quad (4)$$

где $\Delta h_1'$ – превышение требуемого свободного напора в точке 1, (часть общих потерь напора на участке). Величину избыточного напора в точке 1 можно выразить через свободные напоры:

$$\Delta h_1' = \Pi_1' - \Pi_2' = H_{св.ф.1}' + Z_1 - H_{св.тр.2} - Z_1 = H_{св.ф.1}' - H_{св.тр.2}, \quad (5)$$

где $H_{св.ф.1}'$ – фактический свободный напор в начале участка (точка 1) при снижении напора и образовании зоны недостаточного напора.

Тогда

$$l_i = l \frac{H_{св.тр.2} - H'_{св.ф.2}}{H'_{св.ф.1} - H'_{св.ф.2}}. \quad (6)$$

Пользуясь формулой (6), можно на каждой магистрали, подходящей к невыгодной точке, определить положение точек, в которых $H_{св.ф.} = H_{св.тр.}$ и которые лежат на линии, ограничивающей зону недостаточного напора. Для определения этой зоны необходимо все эти точки соединить линиями, которые, в общем, будут параллельными горизонталям местности. Формула (6) позволяет оценить влияние на размеры зоны недостаточного напора структуры сети и ее гидравлических характеристик. Но размеры этих зон определяются не только самой сетью, но и характером рельефа местности, так как одной из составляющих пьезометрических напоров является отметка поверхности земли или фактический свободный напор в ее отдельных точках. Определены три различных варианта образования зон недостаточного напора:

- невыгодная точка находится на каком-то удалении от точки подачи воды в сеть на плоском рельефе;
- невыгодная точка находится на возвышенном месте в конце сети (система с контррезервуаром);
- невыгодная точка находится на возвышенном месте в середине сети.

Оценить влияние рельефа на размеры зоны недостаточного напора можно либо с помощью разницы их геодезических отметок или усредненного уклона местности, а также гидравлического уклона.

Рассмотрим первый вариант расположения невыгодной точки (рис.3), когда $Z_1 = Z_2$ и $i_{н.з.} = 0$.

Пьезометрическая отметка в т.1 равна:

$$П_1 = П_2 + h \quad (7)$$

или

$$H_{св.ф.1} + Z_1 = H_{св.тр.2} + Z_2 + 1,1il_{1-2}. \quad (8)$$

Так как для этого случая $Z_1 = Z_2$, то

$$H_{св.ф.1} = H_{св.тр.2} + 1,1il_{1-2}. \quad (9)$$

Учитывая, что в выражение (9) не входят составляющие, характеризующие поверхность земли, величина отрезка l_i будет определяться

по формуле (6).

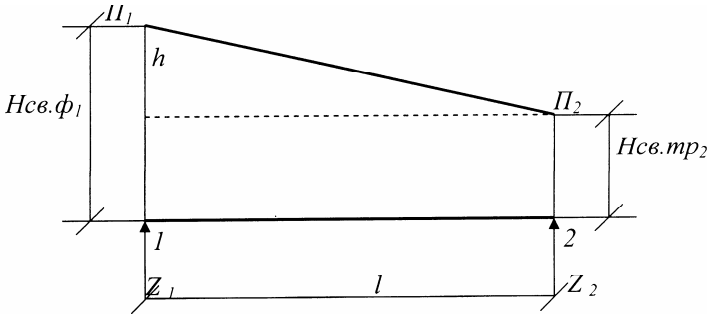


Рис.3 – Первый вариант расположения невыгодной точки

Рассмотрим второй вариант расположения невыгодной точки (рис.4). Во втором варианте пересечение линии $\Pi_2' = const$ с линией $\Pi_1'' - \Pi_2''$ не может определять положения точки на разграничивающей линии зоны недостаточного напора, так как часть требуемого свободного напора будет обеспечиваться за счет рельефа местности. Фактический свободный напор в сечении, проходящем через т.А₁ будет:

$$H_{св.ф.А_1} = H_{св.тp.2} + \Delta h_{н.з.} \quad (10)$$

Здесь $\Delta h_{н.з.}$ – перепад отметок местности на расстоянии от т.2 до сечения через т.А₁;

$$\Delta h_{н.з.} = i_{н.з.} l', \quad (11)$$

где l' – расстояние от сечения А до т.2.

Граничное положение зоны недостаточного напора в общем случае будет определяться сечением «В», в котором соблюдается условие:

$$H_{св.тp.2} = i_{н.з.} l_i' + H_{св.ф.2} + \Delta h_2'' \quad (12)$$

Здесь $H_{св.ф.2}$ – фактический свободный напор в невыгодной точке после снижения напора; $\Delta h_2''$ – повышение напора на участке от невыгодной точки до границы зоны недостаточного напора:

$$\Delta h_2^{//} = 1,1i_z l_i, \quad (13)$$

где i_z – гидравлический уклон на участке при нехватке напора.

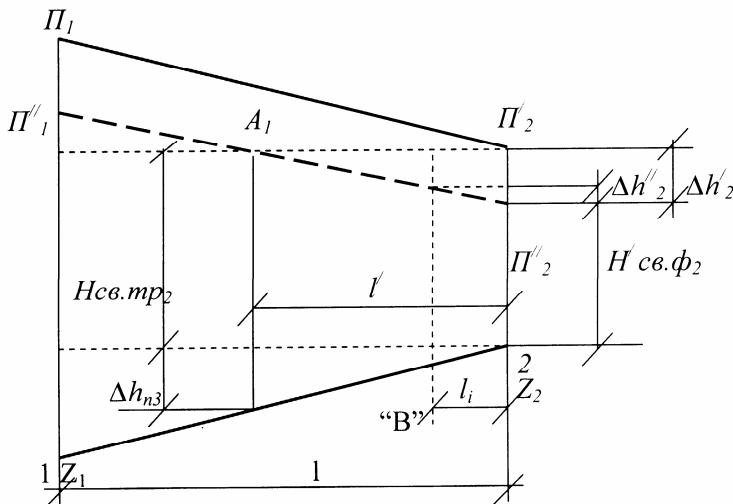


Рис.4 – Второй вариант расположения невыгодной точки

Тогда условие для границы недостаточного напора будет:

$$H_{св.мр.2} = i_{н.з.} l_i + H'_{св.ф.2} + 1,1i_z l_i. \quad (14)$$

Откуда длина участка зоны недостаточного напора на магистрали будет:

$$l_i = \frac{H_{св.мр.2} - H'_{св.ф.2}}{i_{н.з.} + 1,1i_z} = \frac{\Delta h_2^{//}}{i_{н.з.} + 1,1i_z}, \quad (15)$$

где $\Delta h_2^{//}$ – нехватка напора в невыгодной точке после снижения напора.

В третьем варианте расположение невыгодной точки границы зоны недостаточного напора до и после нее формируются по-разному (рис.5).

На участке от т.1 до т.2 граница зоны недостаточного напора будет формироваться также, как и во втором варианте. Поэтому для этого участка останется справедливой формула (12). На участке 2-3 потери напора будут снижать свободный напор на границе зоны недоста-

точного напора, а падение рельефа местности будет его увеличивать. Поэтому условие (10) будет иметь вид:

$$H_{св.мп.2} = H'_{св.ф.2} + i_{n.з.}'' l_i'' - 1,1 i_2'' l_i'', \quad (16)$$

где $i'_{n.з.}$ и $i''_{n.з.}$ – уклон поверхности земли до невыгодной точки и после нее соответственно; i'_2 и i''_2 – гидравлический уклон в магистральных до и после невыгодной точки соответственно; l_i'' – расстояние до границы зоны недостаточного напора после невыгодной точки, м.

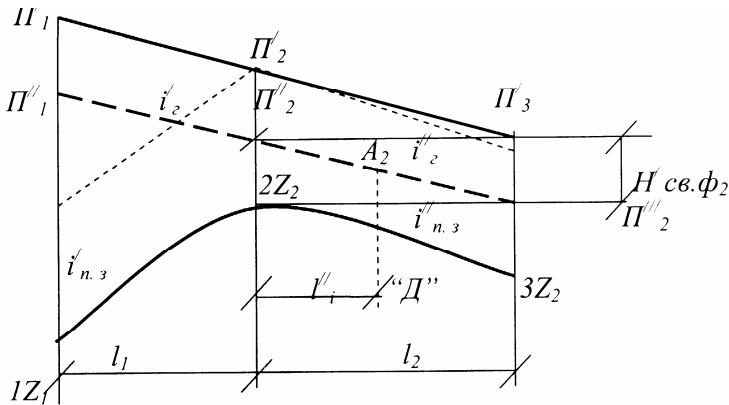


Рис.5 – Третий вариант расположения невыгодной точки

Длина участка магистрали l_i'' , лежащего в зоне недостаточного напора, будет определяться из выражения:

$$l_i'' = \frac{H_{св.мп.2} - H'_{св.ф.2}}{i_{n.з.}'' - 1,1 i_2''} = \frac{\Delta h_3''}{i_{n.з.}'' - 1,1 i_2''}, \quad (17)$$

где $\Delta h_3''$ – нехватка напора в невыгодной точке после снижения напора.

Для исследования влияния изменения геодезического уклона местности на величину зоны недостаточного напора была использована следующая методика:

- выбрана схема водопроводной сети, состоящая из 7 колец, питающаяся от двух источников, имеющая преобладающую застройку в 5 и 9 этажей (рис.б);

- выполнены гидравлические расчеты сети в нормальном режиме работы (рис.б), а также при увеличении сопротивления отдельных участков;

- определено расположение невыгодной точки – узел №17, нехватка требуемого напора в котором при увеличении сопротивления магистралей 1-10, 10-15, 15-17, 1-12 и сохранении постоянного напора в точках питания составила 5 м;

- определена площадь зоны недостаточного напора для исходного варианта рельефа местности;

- промоделирован рельеф местности путем изменения геодезических уклонов на участках сети, примыкающих к невыгодному узлу: 17-8; 17-18; 17-19; 17-15 с шагом $\Delta i_{н.з.} = 0,2\%$ в пределах от 0,2 до 2,0%;

- для каждого из рассмотренных вариантов выполнялся перерасчет пьезометрической карты местности;

- по условию (2) с использованием формул (6), (15), (17) были установлены зоны недостаточных напоров в сети, вычислены их площади;

- определялось количество жителей, пострадавших от нехватки воды для всех вариантов изменения геодезического уклона.

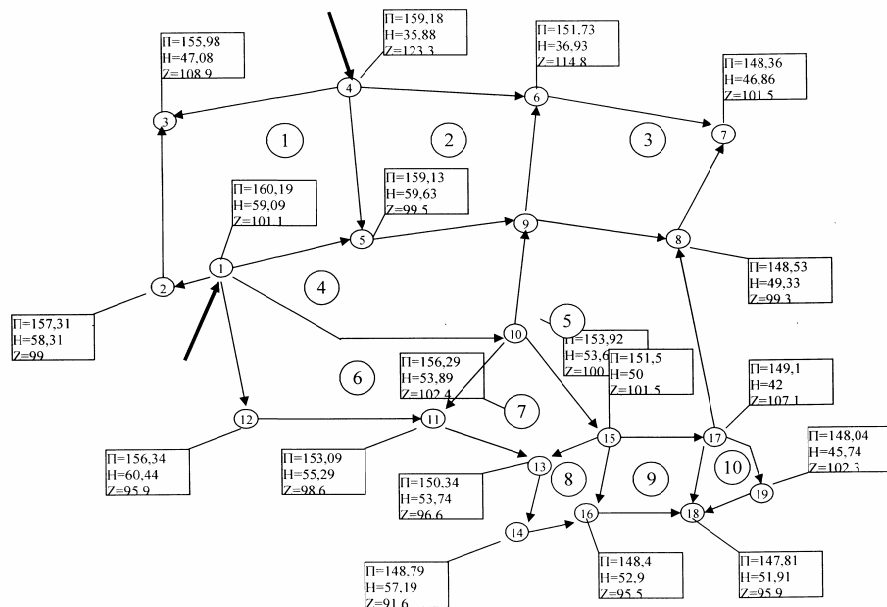
Результаты расчетов представлены в таблице. При расчете количества жителей, проживающих в зоне недостаточного напора, принималось значение плотности населения $\rho = 420$ чел./га.

Результаты расчета величин зон недостаточного напора F , га для различных вариантов рельефа местности, а также количества жителей N , ощущающих нехватку воды, представлены в таблице. При расчете количества жителей, проживающих в зоне недостаточного напора, принималось значение плотности населения $\rho = 420$ чел./га.

Величины зон недостаточных напоров

$\Delta i_{н.з.}, \%$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
F , га	8,6	13,6	17,63	23,78	27,14	32,86	42,13	60,09	78,11	87,26	90,15
N , чел.	3612	5712	7405	9988	11399	13801	17695	25238	32806	36649	37863

Как видно из таблицы, рельеф оказывает существенное влияние на величину зон недостаточных напоров: так изменение геодезического уклона на 0,2% приводит к увеличению площади этой зоны в сред-



П– пьезометрическая отметка;
 Н –свободный напор, м;
 Z –геодезическая отметка,м;

Рис.6 – Расчетная схема водопроводной сети

нем на 7 га, а количество жителей, ощущающих нехватку воды, увеличивается в среднем на 3500 человек. Знание границ зон недостаточного напора позволяет определить места установки манометров для оперативного управления работой водопроводной сети.

Таким образом, при проектировании систем водоснабжения весьма актуальным является вопрос обеспечения свободного хозяйственного напора в критических точках водопроводной сети.

Выполненный анализ влияния рельефа на размер зоны недостаточного напора позволяет прогнозировать работу водопроводной сети.

Разработанная методика позволяет исследовать изменение геодезического уклона местности в зависимости от требуемой величины свободного хозяйственного напора.

Эти исследования могут быть использованы при гидравлических расчетах водопроводных сетей систем промышленного и городского водоснабжения.

1. Тугай А.М., Орлов В.О. Водопостачання. – Рівне: РДТУ, 2001. – 430 с.

2. Тугай А.М., Терновцев В.О., Тугай Я.А. Розрахунок і проектування споруд систем водопостачання: Навч. посібник. – К.: КНУБА, 2001. – 256 с.

Получено 1.06.2004

УДК 628.33.02

Г.Я.ДРОЗД, д-р техн. наук, О.А.ПОГОСТНОВА

Луганский национальный аграрный университет

О.А.ЧЕРНЫШЕВА

Донбасская государственная академия строительства и архитектуры, г.Макеевка

ВЛИЯНИЕ ОСАДКОВ БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД НА СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ

Рассматривается возможность использования осадков бытовых сточных вод в керамическую шихту от 10 до 80% в качестве порообразующего и сырьевого компонента, обеспечивающее получение эффективных строительных керамических изделий с экономией основного глинистого сырья до 80%.

Поисковыми исследованиями [1, 2, 4] и ранее выполненными работами [1, 3] показано, что утилизация осадков бытовых сточных вод (ОБСВ) в строительной керамике возможна в качестве выгорающего, порообразующего компонента в керамической шихте (органическая часть) и как сырьевой компонент, в качестве основного глинистого сырья (минеральная часть ОБСВ). При этом достигается экологический эффект – нейтрализация тяжелых металлов при обжиге путем спекания и остекловывания.